

DESAIN DAN IMPLEMENTASI REMOTE OUTLET SWITCH MENGUNAKAN MODULASI RADIO FREKUENSI SHIFT KEYING (FSK) BERBASIS ARDUINO

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF REMOTE OUTLET SWITCH USING ARDUINO-BASED FREQUENCY SHIFT KEYING (FSK) RADIO MODULATION TELKOM UNIVERSITY

Trisatya Krisnawan¹, Dr. Nyoman Bogi Aditya Karna, Ir. Ahmad Tri Hanuranto, M.T.³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹trisatya1234@yahoo.com. ²nyoman.bogi@gmail.com. ³athanuranto@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan yang sangat penting bagi manusia saat ini adalah listrik. Permasalahan yang sering terjadi bila berhubungan dengan listrik adalah biaya tagihan listrik. Para produsen di bidang teknologi dituntut agar membuat suatu produk yang dapat memberikan fasilitas untuk membantu permasalahan para konsumen diantaranya adalah biaya listrik. Saat ini sudah ada produsen yang memproduksi Remote Outlet Switch, namun dengan harga yang mahal dan selain itu produk yang digunakan menggunakan koneksi wi-fi. Namun tidak semua orang memiliki koneksi wifi di rumahnya, karena jauh dari perkotaan atau biaya tagihan wi-fi yang cukup mahal tiap bulannya.

Tugas Akhir ini menyajikan solusi biaya rendah dan fleksibel untuk mengontrol peralatan rumah menggunakan perangkat Remote Outlet Switch. Remote Outlet Switch adalah Steker daya yang dapat diakses melalui frekuensi radio. Pengguna dapat menyambungkan perangkat ke Remote Outlet Switch untuk mengaktifkan / menonaktifkan daya, tanpa menggunakan koneksi wi-fi. Ada satu cara untuk mengakses Remote Outlet Switch ini, yaitu menghubungkannya pada frekuensi radio yang sama. Pengguna dapat menggunakan sebagai mengaktifkan atau mematikan beberapa switch dari jarak jauh. Remote Outlet Switch ini menumpangkan data kepada Radio Frequency Shift Keying (FSK).

Pada perancangan alat ini di dapatkan hasil yaitu Remote Outlet Switch yang berfungsi sebagai pengontrol steker dan diperoleh dengan harga yang terjangkau dari segi biaya modal awal maupun operasional. Dengan hasil pengujian yang didapatkan, jangkauan perangkat ini mencapai 440 meter dengan keadaan LOS (Line of Sight) dan hingga 61 meter dengan keadaan non-LOS.

Kata Kunci : Remote Outlet Switch, FSK, Radio Frekuensi, LOS

Abstract

A very important need for humans today is electricity. The problem that often occurs when it comes to electricity is the cost of electricity bills. Manufacturers in the field of technology are required to make a product that can provide facilities to help customers about electricity costs. At present there are manufacturers who produce Remote Outlet Switches, but at an expensive price and besides that the products used use a wi-fi connection. But not everyone has a WiFi connection at home, because far from home or the wi-fi rental costs are quite expensive every month.

This Final Project provides a low cost and flexible solution for controlling home appliances using the Remote Outlet Switch device. Remote Outlet Switch is a radio that can be accessed via radio frequency. Users can connect the device to the Remote Outlet Switch to enable / enable power, without using a Wi-Fi connection. There is one way to access the Remote Outlet Switch, which is connecting it to the same radio frequency. Users can use it as a switch on or off some distance. Remote Outlet This switch places data on Radio Frequency Shift Keying (FSK).

Remote Control Switch that functions as a controller and is obtained at an affordable price in terms of initial capital and operations. With the results of the tests obtained, this device

update reaches 440 meters with LOS (Line of Sight) and up to 61 meters with non-LOS conditions.

Keywords: Remote Outlet Switch, FSK, Radio Frequency, LOS

1. Pendahuluan

Energi listrik adalah energi yang paling dasar yang dibutuhkan manusia pada kehidupan modern saat ini. Hari demi hari, kebutuhan energi listrik terus meningkat dan sumber energi berkurang paralelnya [2], karena pemanfaatan energi listrik saat ini kurang efektif karena banyak peralatan elektronik yang digunakan secara berlebihan. Banyaknya penggunaan listrik pada rumah, industri menyebabkan energi yang dibutuhkan oleh pembangkit listrik akan semakin banyak pula. Hal tersebut menuntut kita untuk menghemat penggunaan listrik. Penggunaan listrik yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan akan menghemat biaya pengeluaran penggunaan listrik. Perangkat yang dirancang akan membantu mengurangi pemborosan energi dengan cara mengontrol switch pada relay [2].

Berdasarkan masalah tersebut maka penulis akan membuat Remote Outlet Switch yaitu sebuah alat yang dapat membantu masyarakat untuk menghemat penggunaan listrik pada rumah atau industri yang dapat dikontrol dengan jarak jauh tanpa menggunakan jaringan internet.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan perangkat komunikasi nirkabel dengan modulasi Amplitude Modulation, namun karena kondisi perangkat yang tidak memungkinkan untuk dilanjutkan, maka modul komunikasi radio frekuensi digunakan HC-12 dengan modulasi Frequency Shift Keying dengan modulasi digital yang lebih kebal terhadap noise karena bekerja pada bit 1 dan 0.

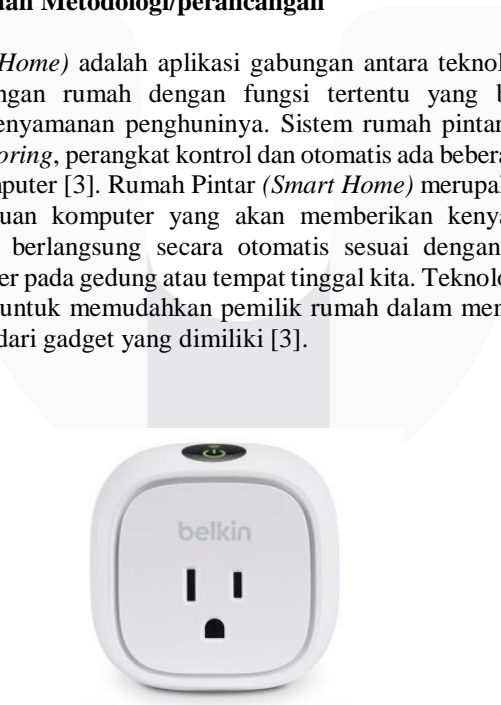
Pada Tugas Akhir ini, dirancang Remote Outlet Switch yang memiliki empat perangkat utama yaitu HC-12, relay, Arduino uno, dan keypad. Steker listrik pada ROS menggunakan relay dan dikendalikan melalui mikrokontroler berbasis Radio Frekuensi sehingga Steker listrik dapat dikendalikan melalui keypad yang sudah di program ke Arduino uno.

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Smart Home

Rumah Cerdas (*Smart Home*) adalah aplikasi gabungan antara teknologi dan pelayanan yang dikhususkan pada lingkungan rumah dengan fungsi tertentu yang bertujuan meningkatkan keamanan, efisiensi dan kenyamanan penghuninya. Sistem rumah pintar (*smart home*) biasanya terdiri dari perangkat *monitoring*, perangkat kontrol dan otomatis ada beberapa perangkat yang dapat di akses menggunakan komputer [3]. Rumah Pintar (*Smart Home*) merupakan sebuah aplikasi yang dirancang dengan berbantuan komputer yang akan memberikan kenyamanan, keamanan dan penghematan energi yang berlangsung secara otomatis sesuai dengan kendali pengguna dan terprogram melalui komputer pada gedung atau tempat tinggal kita. Teknologi yang dirancang untuk rumah pintar ini bertujuan untuk memudahkan pemilik rumah dalam memantau kondisi peralatan elektronik yang terhubung dari gadget yang dimiliki [3].

2.2 Remote Outlet Switch



Gambar 2.1 Remote Outlet Switch

Remote Outlet Switch ini mempunyai desain yang simpel dan praktis, dimana ini sangat penting karena tidak menempati lebih dari satu socket power strip. Dan juga, terdapat tombol sebagai alternatif untuk menggunakan fungsi dasar. Fungsionalitas dasar terdiri dari parameter daya yang dikenal sebagai daya aktif dan reaktif, level arus dan tegangan dan faktor daya [3]. Ada kemungkinan untuk membatasi konsumsi daya mencapai nilai yang diberikan, perangkat akan dimatikan.

Perangkat dapat mengubah statusnya dari pada mati dan sebaliknya dengan dua cara, kontrol secara instan atau pengaturan penghitung waktu mundur (timer).

2.3 Mikrokontroler Arduino UNO



Gambar 2.2 Board Arduino UNO [11].

Arduino UNO adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya [6].

Table 2.1 Karakteristik Arduino UNO [6].

Mikrokontroler	ATMega328
Operasi Voltage	5 V
Input Voltage	7 – 12 V (rekomendasi)
Input Voltage	6 – 20 V (limit)
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32 KB
Bootloader	SRAM 2KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 MHz

2.4 Modul HC-12 Transceiver



Gambar 2.3 Modul Transceiver HC-12

Modul komunikasi port serial nirkabel HC-12 adalah modul transmisi data nirkabel multichannel generasi baru yang tertanam. Pita frekuensi kerja nirkabelnya adalah 433,4-473.0MHz, beberapa

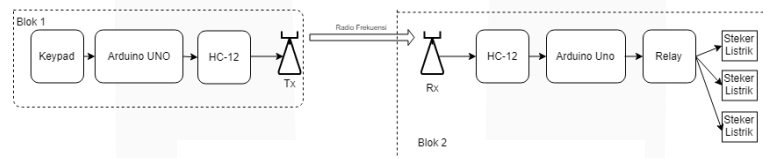
saluran dapat diatur, dengan loncatan 400 KHz, memiliki total 100 saluran. Daya pancar modul maksimum adalah 100mW (20dBm), sensitivitas penerima -117dBm pada kecepatan baud 5.000 bps di udara, dan jarak komunikasi 1.000 m di ruang terbuka. Pints 1-6 masing-masing memiliki dua bantalan ikatan, dan bantalan ikatan setengah lubang luar digunakan dalam pengelasan tambalan. Ketika pad ikatan dalam ANT2 dari Pin 6 digunakan dalam pengelasan tambalan, antena pegas dapat dilas dengan tangan. Bantalan ikatan lubang bundar bagian dalam dari Pin 1-5 digunakan untuk mengelas 2.54mm header pin spasi, dan dapat langsung dimasukkan ke soket PCB pengguna.

Table 2.2 Karakteristik Modul HC-12

Modul	HC-12
Operasi Voltage	3.2 V - 5 VDC
Working Frequency	433.4 MHz – 473.0 MHz
Jarak Komunikasi	1,000m di area terbuka
Serial baud rate	1.2 Kbps – 115.2 Kbps (default 9.6 Kbps)
Sensitivitas Penerima	-117 dBm - -100 dBm
Daya kirim/transmit	-1 dBm – 20 dBm
Suhu operasi	-40°C - +85°C
Dimensi	27.8 mm x 14.4 mm x 4 mm

2.5 Perancangan Konsep Sistem Secara Umum

Dalam perancangan alat ini menggunakan Arduino UNO yang dihubungkan dengan Modul HC-12 dan keypad. Fungsi dari Modul HC-12 yaitu sebagai alat transmisi dan penerima melalui Radio Frekuensi FSK. Dan juga sebuah keypad untuk memberi perintah menghidupkan atau mematikan switch pada relay yang berada pada sisi receiver seperti pada Gambar 6



Gambar 2.4 Diagram Blok Sistem

Gambar 6 merupakan desain model sistem Remote Outlet Switch. Remote Outlet Switch memiliki 5 perangkat utama yaitu Keypad, Arduino UNO, HC-12, Relay, dan Steker listrik. Blok pertama berisi perangkat dan sensor yang digunakan di Remote Outlet Switch. Keypad yang digunakan sebagai mengaktifkan dan menonaktifkan switch pada Remote Outlet Switch dihubungkan ke Arduino UNO, dimana Arduino tersebut merupakan mikrokontroller atau otak sistem tersebut, dan Arduino tersebut dihubungkan ke HC-12 sebagai transmitter dimana, perangkat ini fungsinya untuk sinyal dikonversikan dalam bit yang akan ditumpangkan pada 1 frekuensi, lalu antena dihubungkan ke Modul HC-12 yang akan digunakan untuk menumpangkan data pada frekuensi gelombang pembawa (carrier sinyal) ke sinyal informasi yang dikirimkan.

Blok dua berisi perangkat receiver yang bertindak sebagai pembaca sinyal yang dikirimkan oleh transmitter melalui Frekuensi Radio FSK yang akan diteruskan ke Arduino sebagai mikrokontroller pada blok 2 dan diteruskan ke modul relay yang berfungsi untuk untuk menonaktifkan dan mengaktifkan switch pada Steker listrik yang terhubung pada modul relay.

3. Pembahasan

3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Berikut ini adalah merupakan daftar perangkat-perangkat keras dan jumlah unit perangkat yang akan digunakan pada Sistem *Remote Outlet Switch* agar dapat sistem dapat berjalan.

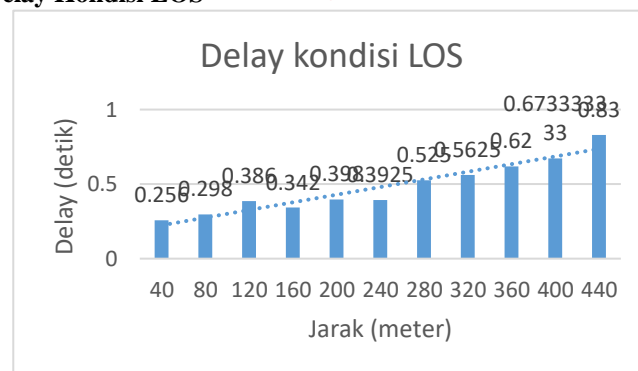
Table 3.1 Daftar Perangkat Keras

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	Arduino UNO	2 buah
2.	Modul HC-12	2 buah
3.	Antena	2 buah
4.	Keypad	1 buah
5.	Modul Relay 4 Channel	1 buah
6.	Steker listrik	4 buah

3.3 Parameter Performansi Sistem

Jangkauan kerja dari sebuah perangkat atau modul komunikasi adalah hal penting yang berpengaruh terhadap seberapa handal perangkat tersebut dapat berfungsi untuk dapat terhubung serta mampu mengirim dan menerima data. Pada pengujian jarak ini, digunakan HC-12 sebanyak 2 buah, HC-12 yang pertama digunakan sebagai transmitter dan HC-12 yang kedua digunakan sebagai receiver. Terdapat dua kali pengujian jarak jangkauan, yaitu jarak pada kondisi LOS dan non-LOS.

3.3.1 Pengujian Delay Kondisi LOS



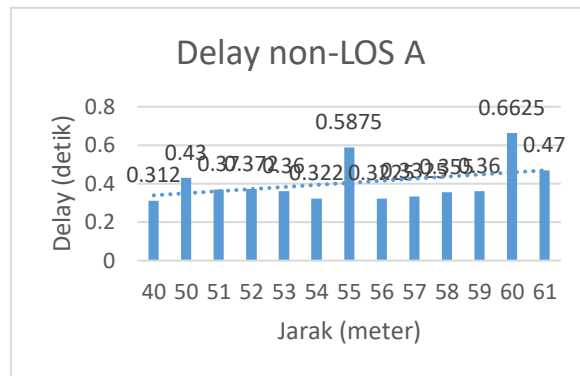
Gambar 3.1 Delay pada kondisi LOS

Dari Gambar 3.1 dapat dilihat pengujian delay pada keadaan LOS terjadi kenaikan nilai delay. Hal ini menunjukkan bahwa semakin jauh jangkauan antara HC-12 transmitter dan HC-12 receiver maka delay yang dihasilkan semakin besar disamping interferensi dari luar sistem yang dapat mempengaruhi nilai delay yang semakin besar. Akan tetapi pada pengujian delay ini terdapat penurunan delay pada beberapa jarak pengujian karena kesalahan manusia (human error) karena pada pengujian delay ini menggunakan manual stopwatch. Setelah dilakukan perhitungan delay dari jarak 40 hingga 400 meter, maka didapatkan hasil rata-rata delay yaitu sebesar 0.4803 detik. Pada pengujian ini, nilai delay terbesar berada pada jarak 440 meter yaitu 0.83 detik.

3.3.2 Pengujian Delay Kondisi non-LOS

1. Kondisi A

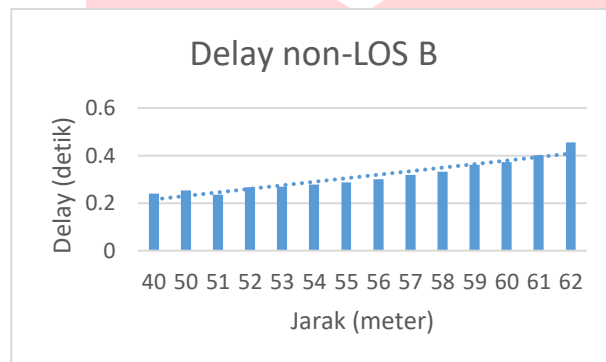
Pengujian Delay HC-12 pada kondisi non-LOS dengan menempatkan dua buah HC-12 yang terdiri dari 1 buah HC-12 transmitter dan HC-12 receiver dengan adanya penghalang diantara kedua modul tersebut. Penghalang yang digunakan adalah dinding sebanyak 2 buah dengan tebal dinding 15 cm. Setiap pengujian ini dilakukan tiap jarak 40 meter dan dilakukan di lingkungan Kost 7 days dan jalan Umayah 2. Sama dengan halnya kondisi LOS, pengujian dimulai dengan mengirimkan data dari HC-12 transmitter hingga ke HC-12 receiver. Pengujian akan dilakukan sebanyak 5 kali percobaan dan akan dirata-ratakan.



Gambar 3.2 Delay kondisi non-LOS A

2. Kondisi B

Pengujian ini dilakukan di Gedung N Telkom University dan menghasilkan pengujian sebagai berikut:



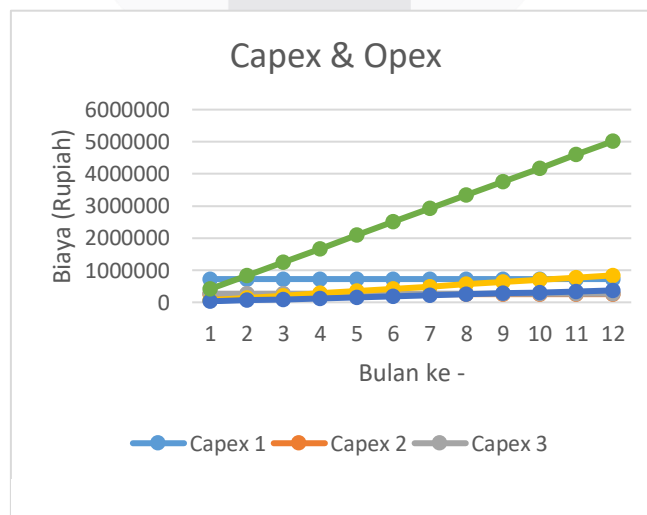
Pada hasil pengujian didapatkan hasil rata-rata delay sebesar 0.2908 detik, dan nilai delay yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kabel, konektor, udara dan lain sebagainya.

3.4 Analisis Biaya

3.4.1 Capital Expenditure (Capex) dan Operational Expenditure (Opex)

Capital expenditure merupakan alokasi yang direncanakan (dalam budget) untuk melakukan pembelian/perbaikan/penggantian segala sesuatu yang dikategorikan sebagai aset perusahaan secara akuntansi, seperti tanah, gedung, peralatan, dan berbagai bentuknya [12].

Operational Expenditure mencakup semua pengeluaran yang tidak termasuk dalam belanja modal [12].



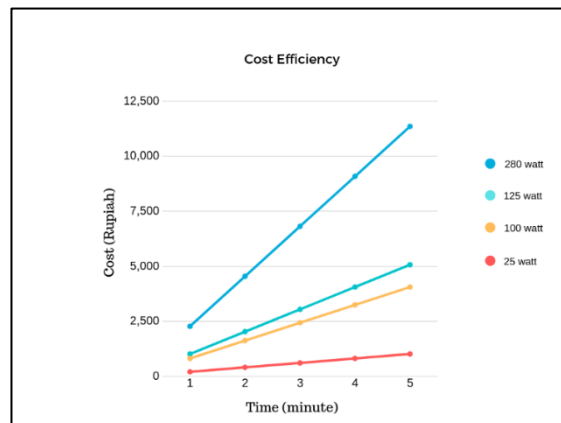
Gambar 3.3 Grafik Capex dan Opex

Berdasarkan pada gambar 3.3 didapatkan biaya yang dibandingkan dari ketiga perangkat. Nilai tersebut didapatkan dengan menghitung biaya modal yang digunakan untuk membuat ketiga perangkat Remote Outlet Switch pada Capex, dan biaya operasional pada Opex.

Maka dapat disimpulkan bahwa perangkat Remote Outlet Switch RF didapat biaya operasional yang rendah karena tidak memerlukan biaya layanan internet tiap bulannya.

3.4.2 Cost Efficiency

Pada analisis cost efficiency ini dilakukan untuk membandingkan selisih waktu yang digunakan untuk mematikan steker listrik pada perangkat Remote Outlet Switch dengan mematikan steker listrik secara manual yaitu berjalan kearah switch, selisih waktu yang digunakan adalah 1 hingga 5 menit.



Gambar 3.4 Grafik Cost Efficiency

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat perangkat Remote Outlet Switch mampu menghemat biaya dan listrik yang digunakan, Perangkat Remote Outlet Switch ini merupakan salah satu solusi apabila ingin menghemat daya listrik, dan perangkat ini mendukung gerakan pemerintah untuk menghemat listrik mengingat energi listrik adalah energi yang tidak dapat diperbaharui.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa telah berhasil dibuat implementasi Remote Outlet Switch menggunakan Radio Frekuensi berbasis Arduino sebagai sistem untuk mengontrol Steker listrik, dan menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jangkauan maksimum dari perancangan Remote Outlet Switch ini adalah 440 meter dengan kondisi LOS dan 61 meter dengan kondisi non-LOS.
2. Prototype sistem Remote Outlet Switch yang telah dibuat dapat dilakukan controlling oleh keypad berupa mematikan dan menghidupkan perangkat elektronik yang terpasang pada Remote Outlet Switch.
3. Hasil analisis pada delay perangkat menunjukkan bahwa semakin jauh jarak yang digunakan pada perangkat maka semakin lama juga delay yang dihasilkan oleh perangkat.
4. Perangkat Remote Outlet Switch menggunakan Radio Frekuensi memiliki keunggulan dibandingkan dengan perangkat Remote Outlet Switch Wifi pada kondisi tertentu.
5. Pada perhitungan modal awal (Capex) dan biaya operasional (Opex) perangkat ROS Radio Frekuensi didapatkan hasil yang cukup tinggi pada modal awal, namun biaya yang sangat rendah pada biaya operasional.
6. Hasil analisis Cost Efficiency pada perangkat ROS yaitu didapatkan daya listrik yang lebih kecil dibandingkan dengan mematikan steker listrik secara manual, dan dapat membantu pemerintah untuk mengurangi penggunaan listrik.
7. Pada pengujian saat kondisi LOS delay terbesar terdapat pada jarak 440 meter dengan nilai sebesar 0.83 detik, dan delay terkecil terdapat pada jarak 40 meter dengan nilai 0.256 detik.

Daftar Pustaka:

- [1] M. Fauzan and F. Prasetyowati, "Aplikasi Rumah Pintar (Smart Home) Pengendali Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Web," 2016.

- [2] S. Putta and M.S. Balamurugan, "Smart Power Monitoring and Control System through Internet of Things using Cloud Data Storage," 2015.
- [3] H. Igor, L. Nikola, P. Roman, and D. Starcevic, "Remote Outlet Switch Solution based on Bluetooth Low Energy (BLE)," 2015.
- [4] G. Priyanka, O. Nikita, and C. Kakal, "Electric Switch on/off System using Android App via Wi-Fi," 2016.
- [5] S.M. Ahmed, D. Mahdi, and M. Farook, "Design and Implementation of Remote Outlet Switch: An Internet of Things (IoT) Approach," 2017.
- [6] Arduino, 2011. Datasheet Arduino UNO. <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUNO>. Diakses tanggal 4 Oktober 2018
- [7] O. Yurni and Pola Risma, "Aplikasi Sensor Radio Frekuensi (RF)," 2015.
- [8] Ismail N., Ginanjar M., Yosef I., "Rancang Bangun Prototipe Modem Frequency Shift Keying (FSK) Dengan Adaptasi External Resistor & Capacitor Untuk Power Line Communication," 2015.
- [9] Nugroho P.A., "Sistem Kontrol Lampu Rumah Pintar Berbasis Arduino Uno Yang Dikendalikan Dengan Smartphone Android," 2017.
- [10] <https://www.indihome.co.id/paket>
- [11] Kahesti K.F, "Implementasi dan Analisa Performansi Smart Plug Untuk Smart Home System Berbasis Aplikasi Smartphone," 2018.
- [12] Sidik S.M., "Pengaruh CAPEX, OPEX, FINEX, Market to Book Value Rasio, Sales Growth dan Operational Cash Flow Terhadap Working Capital Management Perusahaan Telekomunikasi yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2010-2014," 2016.
- [13] Marihot J.P., "Perancangan Sistem Kendali Camera Crane dan 2 Axis Pan-Tilt Head Menggunakan Stick Commander Wireless Remote," 2017.

